

## 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

### はじめに

「MA」とは雰囲気調整すること（Modified Atmosphere）を指す略語である。

植物体である青果物は、収穫後も体内に蓄積した炭水化物等の栄養成分を消費しながら呼吸と水分の蒸散を継続する。流通時の蒸散による萎凋軽減を意図して密封包装した場合、包装内では酸素の消費と二酸化炭素の放出による嫌気的環境が生じ、嫌気呼吸による異臭の発生に繋がっていく。これを防止し、好気呼吸による栄養成分の減耗も抑制するため、MAによって包装内を適度な低酸素・高二酸化炭素環境とし、あわせて低温保管することにより、青果物を休眠状態として、各品目に求められる鮮度を保つことがMA包装技術である。

MA包装資材は、ポリプロピレンなどを原料としたフィルムにレーザーで微細な孔をつけたものが一般的であり、他素材との複層、開孔方法での工夫、段ボール原紙への加工など、さまざまなものがある。さらに、青果物は品目によって収穫後の呼吸量が異なるため、孔の大きさや数を品目ごとに設定しているものや、蒸散による袋内結露やムレを防止する湿度調整機能を付加したものもある。

欧州などの海外では、大陸内で長距離輸送されたものを食卓に並べることも多いため、日本よりもコールドチェーンが発達しており、MA包装の利用が進んで

いる。資材は品目毎に設計されており、それぞれに細かな冷蔵保存方法が推奨されるとともに、予冷手段等の提案もされている。しかし日本では、近郊から採れたたての野菜や果物を手に入れて消費する文化と、それを支える流通手法が確立しているため、十分なコールドチェーンが構築されていない。したがって、海外で推奨されている条件をそのまま適用して利用方法を構築しようとしても、日本国内の実情にあったものにならない可能性がある。

現在日本では、レタス、こまつな、きゅうりなどの野菜、おうとうやうめなどの果樹、しいたけやしめじなど、広範囲な品目に利用されはじめており、移出や海外輸出にも利用されている。それらは、包装資材メーカーや府県の研究機関などでの検討結果を踏まえ、各産地で実証を重ね、実用化されている事例が多い。北海道では2010年代に入ってから実証を伴う検討が開始され、各産地での試行も拡がりつつある。

以上を背景に、北海道からの移出事情を踏まえつつ、重要な移出品目であるブロッコリー、スイートコーン、アスパラガス、メロンについて、移出あるいは輸出での利用条件などを検討し、より鮮度の良い北海道産青果物を消費者にお届けすることを目指した。

美濃健一（花・野菜技術センター）



#### 4.1 MA包装フィルムを用いたブロッコリーの低コスト・鮮度保持流通技術の開発

##### 背景

ブロッコリーは、生産量の約30%が道外に出荷される、本道の重要な移出野菜である。多くの産地では、ブロッコリーを詰めた発泡スチロール箱に氷（クラッシュアイス）を充填して輸送しているが、5～10kg程度の氷が充填されるため、重量見合いの輸送エネルギーを費やすとともに、運搬作業員の負担となっており、また、製氷機的能力が出荷数量の制限要因ともなっている。一方、製氷機を設置していない産地では、購入した氷を詰める作業者の雇用確保が難しくなっている現状にある。

以上のように、氷詰発泡箱の利用は、ブロッコリー生産拡大の制限要因となっている。また、段ボール箱と比べ、発泡スチロール箱は高価であるとともに、容積が大きくなるため、冷蔵トラックなどの輸送機材への積載可能量が少なくなる。さらに、廃棄物処理の側面からも発泡スチロール箱は作業・環境負荷が大きい。

本節ではブロッコリー用MAフィルムを内袋とした段ボール箱を用い、その鮮度保持効果及び流通経費低減効果を、蔵置試験および実際の流通経路での輸送試験で検討し、効果を発揮するための適切な利用条件について検討した(図4-1-1)。



図4-1-1 ブロッコリーの輸送荷姿  
※左：MAフィルム段ボール箱  
右：氷詰め発泡箱

#### 4.1.1 蔵置モデル試験によるMAフィルムの鮮度保持効果目的

温度管理された保冷庫で保管する蔵置試験により、鮮度保持可能な保管温度と日数などを現在主流の氷詰め発泡スチロール箱包装等と比較し、MAフィルムの鮮度保持効果を明らかにする。

##### 試験方法

各処理とも包装したブロッコリーは5kg/箱(ホクレン共計規格)とした。

MAフィルムはブロッコリー用の市販袋で、重量に応じた規格の袋を用いた。

##### (1) 長期保管時の鮮度保持

処理区：MAフィルムA（調湿機能付き（以下フィルムA））、ポリエチレンフィルム（以下PE）、氷詰め発泡スチロール箱（対照（以下氷詰め））、無包装。

供試品作期：8月下旬収穫（夏品）および9月下旬収穫（秋品）。

保存温度：3～20℃の5水準。

保存期間：20～50日間。

調査項目：萎れ、異臭、腐敗、色調等。

##### (2) 国内輸送相当時間の鮮度保持

処理区：MAフィルムAおよびB（以下フィルムB）、氷詰め（対照）。

供試品作期：前項に同じ。

保存温度：3, 5, 7℃。

調査時機：入庫後2, 5, 10日目。

調査項目：前項に同じ。

##### (3) 流通過程における温度変動に即した変温モデルでの鮮度保持

処理区：フィルムA, フィルムB, 氷詰め（対照）

作期：前項に同じ。

保存温度：5℃, 5→15℃, 15℃, 15→20℃（夏）, 20℃（夏）, 15→17.5℃（秋）, 17.5℃（秋）。

※変温は入庫後2日目に行った。

調査日：入庫後2, 4日目。

調査項目：前項に同じ。

##### 結果及び考察

##### (1) 長期保管時の鮮度保持

H25 秋の試験において、フィルムAを用いて3℃保管することにより、最長50日間、ブロッコリーの鮮度を保持することが可能であった。また、3℃保管でもPEや氷詰めで早期に異臭が発生したH26夏の試験においても、フィルムAでは30日間、異臭の発生等の鮮度低下がなかった。

#### 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

3℃～15℃の温度毎に定温保管した蔵置試験で、MAフィルム包装の鮮度保持日数が長かった試験事例数は、PE包装との比較では12事例中8事例、氷詰め包装との比較では14事例中4事例であり、両者に劣る事例もなかった（表4-1-1）。

これらから、MAフィルムを用いて適切な温度保管を行えばPEや氷詰めよりも長期にわたってブロッコリーの鮮度を高く保つことが可能であることが示された。

表4-1-1 鮮度保持日数の包材間の比較

実施時期	包材	蔵置温度と蔵置期間													
		3℃			5℃				7℃			10℃		15℃	
		10日	30日	50日	4日	5日	10日	30日	5日	10日	20日	10日	20日	2日	4日
H 25 秋	フィルムA	○	○	○								○	×		
	PE	○	○	×								×	×		
H 26 夏	フィルムA	○	○												
	PE	×	×												
	氷詰め	×													
H 26 秋	フィルムA	○	○			○	○	○	○	○	○				
	PE	○				○	○	×	○	○	×				
	氷詰め	○				○	○		○	○					
H 27 夏	フィルムA	○				○			○						
	フィルムB	○				○			○						
	PE	○				×			×						
	氷詰め	○				×			×						
H 27 秋	フィルムA	○				○			○						
	フィルムB	○				○			○						
	PE	○				○			×						
	氷詰め	○				○			×						
H 28 夏	フィルムA				○									○	×
	フィルムB				○									○	×
	氷詰め				○									○	×
H 28 秋	フィルムA				○									○	×
	フィルムB				○									○	×
	氷詰め				○									○	×

※ ○：鮮度劣化なし，×：鮮度劣化が見られた，○内は鮮度保持できた日数を示す

(2) 国内輸送相当時間の鮮度保持

道産ブロッコリーの国内出荷、輸送にかかる時間は、主な移出先である関東で2~3日、関西でも3~4日程度で5日程度あれば国内各地に出荷できると考えられる。

(3) 流通過程における温度変動に即した変温モデルでの鮮度保持

国内輸送で想定される5日以内の期間において、7℃以下では鮮度劣化（異臭・腐敗の発生、商品性を損なう黄化）せず、さらに、10℃では10日間鮮度保持できた（H25秋）ことから、10℃以下では5日以内に鮮度の劣化は発生しないと考えられた（表4-1-2）。

表4-1-2 蔵置試験においてMAフィルムを用いた場合に積算温度がブロッコリーの異常発生に及ぼす影響

時期	温度	期間	積算温度 (℃・時間)		異臭	腐敗	黄化
			0℃以上	10℃以上			
H25秋	3℃	50日	3500	0	○	○	○
	10℃	10日	2400	0	○	○	○
	10℃	20日	4800	0	×	×	—
	20℃	10日	4800	2400	×	×	—
H26夏	3℃	30日	2160	0	○	○	○
H26秋	3℃	30日	2160	0	○	○	○
	5℃	30日	3600	0	○	○	○
	7℃	20日	3360	0	○	○	△
H27夏	3℃	10日	720	0	○	○	○
	5℃	5日	600	0	○	○	○
	7℃	5日	840	0	○	○	○
H27秋	3℃	10日	720	0	○	○	○
	5℃	5日	600	0	○	○	○
	7℃	5日	840	0	○	○	△
H28夏	5℃	4日	480	0	○	○	○
	5→15℃*	4日	960	240	○	○	○
	15℃	4日	1440	480	×	○	○
	15→20℃*	4日	1680	720	×	×	○
	20℃	2日	960	480	×	○	○
H28秋	5℃	4日	480	0	○	○	○
	5→15℃*	4日	960	240	○	○	○
	15℃	4日	1440	480	×	○	△
	15→17.5℃*	4日	1560	600	×	○	△
	17.5℃	2日	840	360	×	○	○

※ 網掛けは異常が発生した処理 \*印：入庫2日目に変温

○：異常なし，△：商品性に問題なし，×：異常あり，—：調査せず

4.1.2 輸送試験による鮮度保持効果の実証目的

実際の流通行程を用いた輸送試験により、MAフィルム包装の有効性を明らかにする。

試験方法

(1) 実際の輸送での鮮度保持性能

道内5産地から7か所へ延べ8回輸送を実施した。各処理とも包装したブロッコリーは5kg/箱（ホクレン共計規格）とした。

MAフィルムはブロッコリー用の市販袋で、重量に応じた規格の袋を用いた。

処理区：フィルムAおよびB、氷詰め（対照）。

調査項目：萎れ、異臭、腐敗、色調、食味、温度（箱外表面）等。

(2) 輸送コストの試算

試算はホクレン資材課の調べによる経費に基づいた。試算条件：

- ・上川管内から関東地方への輸送。
- ・1箱10kg詰め。
- ・発泡箱は外法555×380×270mm、内法500×330×220mm。
- ・段ボール箱は外法510×335×240mm、発泡箱と同等の内容量とした。
- ・冷蔵トレーラー（12m）を使用し、満載と仮定。
- ・ホクレンがコスト計算に使用する一般的積載可能数量（主に容積を基に算出）で試算した。

結果及び考察

(1) 実際の輸送での鮮度保持性能

輸送試験において、輸送中の平均温度は6.7~17.9℃で、10℃以上の温度に相当時間暴露されるケースが見られた。このうち、H27年の広島およびH28年の名古屋への輸送においてMAフィルム包装で鮮度の劣化（異臭・腐敗）がみられた。この時の10℃以上の積算温度はそれぞれ474℃・時間、315℃・時間であった。鮮度劣化が見られず、10℃以上積算温度が最も高かったのはH27年9月の熱海への輸送で293℃・時間であった（図4-1-2）。

輸送後の食味官能評価においてMAフィルム包装は氷詰め包装と同等かそれ以上の評価となった（表4-1-3）。

(2) 輸送コストの試算

MAフィルムによる輸送コストを試算したところ、氷詰めに比べて、包材費で90~180円、運搬費で99円安くなると試算された。合計では189~279円、率にして25~33%の輸送経費削減となると試算された（表4-2-1）。

第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

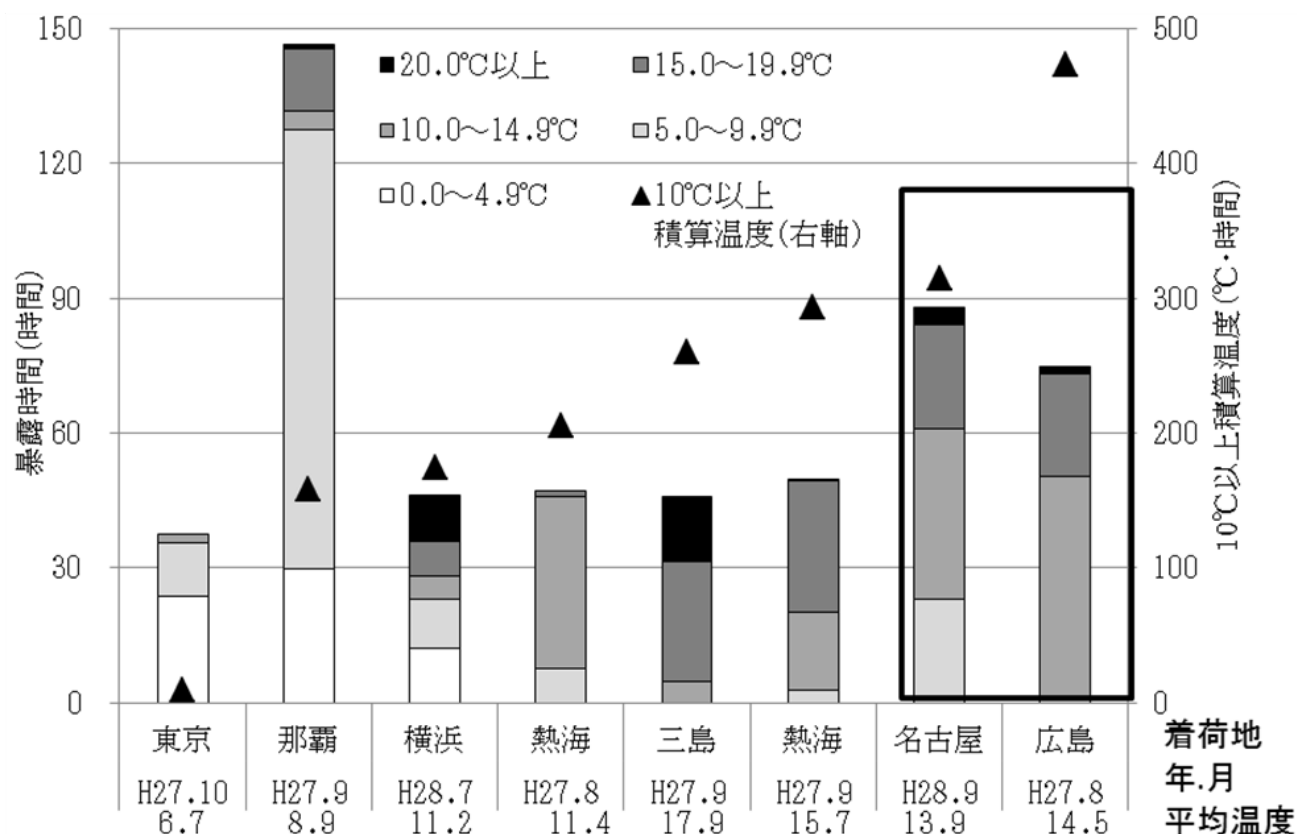


図4-1-2 流通过程中の各温度への暴露時間、平均温度および10°C以上積算温度

※ 地名下の数字は平均温度。枠で囲った部分では鮮度の劣化が見られた。

表4-1-3 包材の違いが輸送後のブロッコリー（茹で菜）の食味官能に与える影響

実施時期 着荷地 (パネル数)	包材	官能特性					商品 満足度(※) (-否・+良)
		緑色の濃さ (-淡・+濃)	味の濃さ (-薄・+濃)	甘味の強さ (-弱・+強)	硬さ (-軟・+硬)	総合評価 (-否・+良)	
H27.8月 熱海 (n=24名)	氷詰め(基準)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	不実施
	フィルムA	0.58	0.29	0.67	-0.17	0.50	
	フィルムB	0.63	0.17	0.29	0.04	0.54	
H27.10月 東京 (n=20名)	氷詰め(基準)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
	フィルムA	0.35	0.00	0.15	0.40	0.15	0.30
	フィルムB	0.45	0.20	0.10	0.35	0.35	0.50
H28.7月 横浜 (n=20名)	氷詰め(基準)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
	フィルムA	0.40	0.50	0.40	0.35	0.60	0.60
	フィルムB	0.85*	0.60	0.65	0.70	0.80*	0.40

※官能特性：

±3点の尺度で評価（基準は0），商品満足度：-2（商品性なし），-1（クレーム心配） 0（問題なし） 1（満足） 2（大変満足）

\*印：p<0.05（各回とも氷詰め発泡箱を基準としたDunnettの検定）

表4-1-4 包材費および運搬費の比較（ホクレン調べ，H28年概算）

		氷詰め	MA	備考
包材費		¥340～400/箱	¥220～250/箱	
	箱	¥300/箱 (発泡スチロール)	¥100/箱 (段ボール)	
	氷	¥40～100/箱		自家製氷：¥40/箱（減価償却費含まず） 購入氷：¥100/箱
	MAフィルム		¥120～150/箱	
運搬費	上川管内 →関東地方	¥429/箱	¥330/箱	冷蔵トレーラー(12m)1台¥35万 積載可能量* 発泡箱：816箱/台 段ボール箱：1060箱/台
合計		¥769～829/箱	¥550～580/箱	

※ 満載と仮定して計算

#### 4.1.3 MA包装を用いたブロッコリー輸送技術の特徴と留意点

蔵置試験および輸送試験の結果（表4-1-2，図4-1-2）より，MAフィルムを用いた場合の鮮度劣化は10℃以上の積算温度が深く関係していると考えられた。そこで，10℃を有効ゼロ点と考え，10℃以上の積算温度（注）を算出し鮮度劣化との関係を見ると，蔵置試験において積算温度240℃・時間では異常がなかったが，鮮度劣化を認めた最も低い積算温度は360℃時間であった。また，輸送試験においては異常の発生した広島，名古屋への輸送はそれぞれ474℃・時間，315℃・時間と高かった。また，輸送試験において異常が見られなかった最も高い積算温度は，H27年9月の熱海への輸送で10℃以上積算温度は293℃・時間であった。これらの事から10℃以上の積算温度が概ね300℃・時間を超えると鮮度劣化の可能性が高くなると推察された。

（注）10℃以上積算温度

$$= \sum (1 \text{ 時間の平均温度} - 10) \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{時間)}$$

ただし，1時間の平均温度が10℃以下の場合は0として積算する。

ブロッコリーの輸送推奨温度は1～2日程度の輸送では0～8℃，2～3日程度の輸送で0～4℃とされている（野菜鮮度保持マニュアル，流通システム研究センター刊）。またMAフィルムの製造・販売元からの聞き取りでも，輸送温度は出来るだけ低温が望ましいとの事であり，MAフィルムは低温管理の守られる流通経路で使うことが前提と考えられる。

なお，予冷は鮮度保持の基本技術であり，従来同様，収穫後速やかに行う必要がある。

MAフィルムによる輸送コストは25～33%の輸送経費削減となると試算された。また，具体的数字として示すことは困難であるが，輸送先での包材の処分は段ボールとフィルムの方が発泡箱よりも容易であると考えられ，輸送先でのゴミの削減効果も見込めると推察される。さらに氷を用いないことにより，輸送時に氷の重量相当（1箱あたり5～10kg）を減量できる。本試験の中でも運搬作業員から作業が楽であるとの意見が聞かれ，作業員の負担軽減の効果も期待される。

以上，国内流通の低温流行程でブロッコリーの荷姿をMAフィルム入り段ボール箱にすることは，従来の氷詰め発泡スチロール箱と同等の鮮度保持効果等が期待され，包材・運搬経費を3割程度削減できた。なお，流通中は10℃以下に低温管理する。また，10℃以上積算温度（箱外表面）が300℃・時間を超えると鮮度劣化する可能性がある。

野田智昭（花・野菜技術センター）

### 4.2 MA包装フィルムを用いたグリーンアスパラガスの流通技術の開発

#### 背景

北海道産グリーンアスパラガス（以下アスパラ）は6月期には東京市場25%を占有し、ブランド力をもつ重要な移出品目となっている。品質劣化の早い品目として知られており、流通過程における品質保持方法が特に重要であるため、保冷剤を同封した発泡スチロール箱を用いて道外出荷をしている事例が多い。保冷剤や発泡スチロール箱等の費用などが課題となっており、流通を担う各ステージのコスト低減や作業負荷軽減を図りつつ、高い品質を保って流通できる技術改善が求められている。

本節ではアスパラ用MAフィルムを内袋とした段ボール箱を用い、その鮮度保持効果及び流通経費低減効果を、蔵置試験および実際の流通経路での輸送試験で検討し、適切な利用条件について検討した。なお、本試験は主に2日程度の流通期間（関東移出）を想定して行った。

#### 4.2.1 蔵置モデル試験によるMAフィルムの鮮度保持効果

##### 目的

温度管理された保冷庫で保管する蔵置試験により、低温におけるMAフィルムによる品質保持効果を確認するとともに、実輸送条件に近い温度条件での品質保持効果の可否を検討する。

##### 試験方法

###### (1) 国内輸送時間を想定した鮮度保持

各処理とも包装したアスパラは6kg/箱（ホクレン共計規格）とした。

MAフィルムはアスパラ用の市販袋で、重量に応じた規格の袋を用いた。

処理区：MAフィルムA（以下MA-A）、保冷剤入り発泡箱（対照（以下発泡箱））、段ボール箱。

温度：5℃～15℃。

保管日数：2～3日。

試験回数：のべ6回。

調査項目：臭気、外観、内部成分、食味等。

##### 結果及び考察

###### (1) 国内輸送時間を想定した鮮度保持

蔵置試験において2～3日保管では、保管温度15℃で異臭異味の発生により食用不適と判断された。また13℃保管においても食用不適ではないものの異臭の発生が見られ、品質に対し何らかの悪影響が生じていると推察された。なお、これらの異常はMA

フィルムだけでなく保冷発泡箱でも発生した。一方、蔵置試験において保管温度10℃以下の場合、2～3日保管で異臭・異味は発生せず、6日間の保管においても異臭・異味の発生はなかった。

外観品質においては、いずれの保管温度でも2～3日で、段ボール箱では多くの場合しおれが発生し、穂先の開きも多く発生した。保冷発泡箱では段ボール区よりは少ないものの、萎れ、穂先の開きが発生した。一方MAフィルム（MA-A）では萎れの発生はほとんどなく、穂先の開きも少なかった。また、アスパラガスは時間が経つと茎が屈曲するが、茎の屈曲はMAフィルムで少なかった。

内部品質においては、いずれの保管温度でも2～3日で、段ボールで重量の減耗、水分の減少が見られた。MAフィルムは保冷発泡箱と比べて水分、糖含量、アスコルビン酸含量に明確な差はなく、同等の内部成分を保っていた。また食味についてもMAフィルムは保冷発泡箱とほぼ同等の評価であった（表4-2-1）。

## 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

表 4-2-1 包装資材および保管温度が蔵置後のアスパラの品質に与える影響

試験年	保管 温度	包材	異臭 (官能)	外観異常 <sup>1)</sup> (%)		茎部屈 曲角度 (度)	糖 含量 <sup>2)</sup> (%)	食味 総合 評価 <sup>3)</sup>	
				穂先 開き	萎れ				
H29年	5°C	発泡箱	なし	-	-	-	4.6		
3日間	15°C	発泡箱	あり	-	-	-	4.5	検食で異味 (食用不適)	
		MA-A <sup>4)</sup>	あり	-	-	-	5.0		
		段ボール	なし	-	-	-	2.8		
H30年	5°C	発泡箱	なし	4	0	1.3	2.3	0(基準)	
		発泡箱	なし	4	4	1.8	2.3	-0.45	
	2日間	10°C	MA-A	なし	8	0	1.1	2.8	-0.10
			段ボール	なし	40	100	1.5	2.0	-0.15
	13°C	発泡箱	あり	16	0	3.0	2.3	0.00	
		MA-A	あり	0	0	0.8	2.6	-0.60	
段ボール	なし	40	100	3.3	2.2	-0.30			

※ 1) n = 20本

2) ブドウ糖, 果糖, ショ糖含量の和

3) n = 各20名, ±3点の尺度で評価 (5°C発泡箱を0とした)

4) MA-AはMAフィルム

### 4.2.2 輸送試験による鮮度保持効果の実証

#### 目的

実際の流通行程を用いた輸送試験により, MAフィルム包装の有効性を明らかにする。

#### 試験方法

##### (1) 実際の輸送での鮮度保持性能

各処理とも包装したアスパラは6kg/箱(ホクレン共計規格)とした。

MAフィルムはアスパラ用の市販袋で, 重量に応じた規格の袋を用いた。

処理区: MAフィルムAおよびB (以下MA-A, MA-B), 保冷剤入り発泡箱(対照(以下発泡箱)), 段ボール箱。

道内4カ所から関東および札幌へのべ4回実施した。

調査項目: 臭気, 外観, 内部成分, 食味等。

#### 結果及び考察

##### (1) 実際の輸送での鮮度保持性能

輸送試験においては, 輸送中の平均温度が19.5°C(所要23時間)であったH30年の空知→大田への出荷ではMAフィルムおよび保冷発泡の包装内で弱いものの異臭が認められた。平均温度が11.1°C(所要

47.7時間)であったH29年の後志→戸田の輸送では異臭はなく, MAフィルムにおいては外観異常(萎れ, 穂先開き)もなく, 食味も保冷発泡箱より高く評価された。一方H30年の檜山→札幌の輸送は平均温度が21.3°C(所要16.8時間)と高かったものの, 異臭などは発生せず, MAフィルム区(MA-A, -B)外観の異常は保冷発泡よりも少なく, 糖含量, 食味は同等であった(表4-2-2)。



## 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

表4-2-2 包装資材が輸送後のアスパラの品質に与える影響

試験 年次	発着地		流通時間 平均温度	包材	異臭 (官能)	外観異常(%)		糖含量 <sup>1)</sup> (%)	食味 <sup>2)</sup> (総合)
	発	着				穂先開き	萎れ		
H28年	管内	石狩 東京	47時間	発泡箱	なし	16	15	1.51	0(基準)
		淀橋	15.6°C	MA-A <sup>4)</sup>	なし	5	0	1.67	0.55
				段ボール	なし	47	57	1.69	-0.10
H29年	管内	後志 埼玉	48時間	発泡箱	なし	55	45	2.12	0(基準)
		戸田	11.1°C	MA-A	なし	15	0	2.13	0.95* <sup>3)</sup>
				段ボール	なし	60	100	2.14	0.00
H30年	管内	空知 東京	24時間	発泡箱	あり	20	40	1.95	0(基準)
		大田	19.5°C	MA-A	あり	0	0	2.08	0.35
				段ボール	なし	25	20	1.95	0.30
				発泡箱	なし	8	98	2.40	0(基準)
	管内	檜山 札幌	22時間	MA-A	なし	12	52	1.76	-0.20
		管内 中央	17.5°C	MA-B	なし	6	30	2.10	-0.05
			段ボール	なし	28	92	1.95	-0.40	

※ 1) ブドウ糖, 果糖, ショ糖含量の和

2) n=各20名, ±3点の尺度で評価(5°C発泡箱を0とした)

3) \*印:  $p < 0.05$  (Steelの検定)

4) MA-A, -BはMAフィルム

### 4.2.3 MA包装を用いたグリーンアスパラガス輸送技術の特徴と留意点

輸送・保管中の高温はMAフィルムにおいても保冷発泡箱同様アスパラの品質に影響を与え、異臭などの原因になる。蔵置試験の結果から10°C以下であれば通常の国内流通の所要期間程度であれば品質に影響はないと考えられた。輸送試験においては平均温度が10°Cを越えても異臭が発生しない場合もあり、10°Cを超えても直ちに品質に大きな影響があるわけではないが、やはり長時間の高温は品質に対し一定のリスクをはらむと考えられた。このため10°C以下の低温管理がグリーンアスパラガスの流通には望ましいことに留意する必要がある。なお、本試験においては事例数が少ないため、品質保持の温度限界値を示すには至らなかった。

MAフィルムを使った場合の包材費はホクレンの概算を元にした計算で保冷発泡箱(335円/箱)より1割程度低下すると試算された。

以上より、MAフィルムを用いて10°C以下の低温流通をすれば、従来の保冷発泡と同等以上の品質を

保ちつつ、1割程度の包材費削減が可能と考えられた。

野田智昭(花・野菜技術センター)

### 4.3 MA包装フィルムを用いたスイートコーンの流通技術の開発

#### 背景

北海道産スイートコーン（以下コーン）は9～10月期に東京市場のほとんどを占有するなど、良食味・高品質なブランド力をもつ重要な移出品目となっている。品質劣化の早い品目として知られており、流通過程における品質保持方法が特に重要であるため、段ボール箱による冷蔵輸送が主流であるが、一部では氷（クラッシュアイス）詰め発泡スチロール箱による輸送を行っている産地・法人もある。氷、発泡スチロール箱等の費用、氷詰めによる重量増加などが課題となっており、流通を担う各ステージのコスト低減や作業負荷軽減を図りつつ、高い品質を保って流通できる技術改善が求められている。

本節では、コーンに対するMAフィルムの品質保持効果の評価と、これを用いた実証を行い、高い品質保持が可能な流通技術を開発する。なお、本試験は主に2日程度の流通期間（関東移出）を想定して行った。

#### 4.3.1 蔵置モデル試験によるMAフィルムの鮮度保持効果

##### 目的

温度管理された保冷庫で保管する蔵置試験により、低温におけるMAフィルムによる品質保持効果を確認するとともに、実輸送条件に近い温度条件での品質保持効果の可否を検討する。

##### 試験方法

##### (1) 国内輸送時間を想定した鮮度保持

各処理とも包装したコーンは10kg/箱（ホクレン共計規格）とした。

MAフィルムはコーン用の市販袋で、重量に応じた規格の袋を用いた。

処理区：MAフィルムCおよびD（以下MA-C、-D）、段ボール箱（対照）。

温度：5℃～20℃。

保管日数：2～14日。

試験回数：のべ6回。

調査項目：臭気、外観、内部成分、食味等。

##### 結果及び考察

##### (1) 国内輸送時間を想定した鮮度保持

蔵置試験において2～3日保管では、保管温度15℃および20℃で異臭の発生が見られた。この異臭は袋から取り出すと消えてしまう程度のものであった。

一方10℃以下の保管では保管中に地震に伴う長期の

停電に遭遇した1回を除き、10～14日目まで異臭の発生はなかった。

外観品質は従来の段ボール箱では2～3日目10℃においてもハスクの枯れが発生することがあり、えくぼ粒の発生を認めた場合もあったが、MAフィルムでは外観異常の発生はなく、ハスクはみずみずしい外観であった。

内部品質において、MAフィルム区は重量の減耗が少なく、糖含量、Brixは段ボール区とほぼ同等～高かった。食味においてMAフィルムは段ボールよりも高く評価されることもあった（表4-3-1）。

表4-3-1 包装資材が蔵置後のコーンの品質に与える影響（H29年）

蔵置日数	保管温度	包材	異臭(官能)	外観異常	Brix	食味
				えくぼ粒 <sup>2)</sup> (%)		総合評価 <sup>3)</sup> (度)
2日	5℃	段ボール	なし	0	18.2	-
		MA-C <sup>4)</sup>	なし	0	18.6	-
	10℃	段ボール	なし	10	16.4	0(基準)
		MA-C	なし	0	17.7	1.30*
15℃	段ボール	なし	10	15.4	0.05	
	MA-C	あり <sup>1)</sup>	0	17.5	0.58	
6日	5℃	段ボール	なし	10	16.5	
		MA-C	なし	0	17.1	
	10℃	段ボール	なし	10	14.9	
		MA-C	なし	0	17.7	

※ 1) 甘いアルコール臭、袋から取り出すとすぐに消える

2) えくぼ粒は軽度（1粒以上）以上の割合

3) n = 各20名、±3点の尺度で評価（基準を0とした）

4) MA-C、-DはMAフィルム

\*印：p<0.05（Steelの検定）

### 4.3.2 輸送試験による鮮度保持効果の実証

#### 目的

実際の流通行程を用いた輸送試験により、MAフィルム包装の有効性を明らかにする。

#### 試験方法

##### (1) 実際の輸送での鮮度保持性能

各処理とも包装したコーンは 10kg/箱(ホクレン共計規格)とした。

MAフィルムはコーン用の市販袋で、重量に応じた規格の袋を用いた。

道内4カ所から関東・東海へのべ5回実施した。

処理区：MA-C, MA-D, 段ボール箱(対照)。

調査項目：臭気, 外観, 内部成分, 食味等。

#### 結果及び考察

##### (1) 実際の輸送での鮮度保持性能

輸送試験においては H28 年の石狩→名古屋の輸送(平均温度 13.9°C, 所要 68 時間)のように 10°C を超える平均温度による輸送で異臭が発生した例もあった。一方, H29 年上川→横浜(平均 17.2°C, 所要 49 時間)のように平均温度が 10°C を超える温度での流通や, 一時的に 10°C を超える温度帯に曝された事もあったにもかかわらず異臭などの発生は見られない例が多かった。外観は測定基準では全区異常がなく差が付かなかったが, 流通・小売業者からの聞き取りにおいては MA フィルムの方が優れるとの意見があり, MA フィルム使用の方は特にハスクのみずみずしさが良いとのコメントがあった。ハスクの外観は売れ行きにも影響するため流通・小売関係者には非常に重視されており, ハスクがみずみずしいことは販売上の優位点であると考えられる。内部品質については MA と段ボールで大きな差はなかったが, 食味において段ボールに比べ, 甘味やジューシー感が強く評価される事が多く, 総合的には同等か高く評価された(表 4-3-2)。

### 4.3.3 MA包装を用いたスイートコーン輸送技術の特徴と留意点

流通中の温度管理について, 本試験において 10°C 以下では商品への悪影響は見られなかった。一方, 輸送試験においては流通中の平均温度が 10°C を超えても品質劣化が小さかった場合があったものの, 蔵置試験では 15°C 以上で異臭が発生したことから, 10°C 以上の温度は商品に対し何らかの影響があると懸念される。このため流通中は 10°C 以下の低温管理が望ましいと考えられる。

以上から, MA フィルムを用いて 10°C 以下の低温流通をすれば, 従来の段ボール箱包装より外観異常

の発生を抑えながら高食味の商品の輸送が可能と考えられた。

なお, スイートコーンにおいて, 包材コストは, 現状の段ボール箱のみの包装と比べて内袋としての MA フィルムの代金が約 200 円/箱(ホクレン概算)加算されるため, 従来より上昇する。

表 4-3-2 包装資材が輸送後のコーンの品質に与える影響

年次	発着地	流通時間	包材	異臭 (官能)	糖含量 <sup>1)</sup> (%)	食味 <sup>2)</sup> (総合)
H28年	石狩 名古屋	68時間	段ボール	なし	11.2	0(基準)
	管内 中央	13.9°C	MA-C <sup>3)</sup>	あり <sup>4)</sup>	12.4	0.55
H29年	上川 横浜	49時間	段ボール	なし	8.0	0(基準)
	管内 南部	17.2°C	MA-C	なし	8.1	0.85
H30年	石狩 横浜	50時間	段ボール	なし	12.0	0(基準)
	管内 中央	7.8°C	MA-C	なし	12.6	0.17
H31年	十勝 東京	47時間	段ボール	なし	7.6	0(基準)
	管内 多摩	10.1°C	MA-C	なし	7.5	0.25
H31年	管内 多摩		MA-D	なし	7.1	1.10**
	十勝 東京	45時間	段ボール	なし	8.8	0(基準)
H31年	管内 淀橋	12.3°C	MA-C	なし	9.3	1.20**
	管内 淀橋		MA-D	なし	9.0	0.55

※ 1) ブドウ糖, 果糖, ショ糖含量の和

2) n = 各 20 名, ±3 点の尺度で評価 (基準を 0 とした)

3) MA-C, -D は MA フィルム

4) アルコール様の異臭, 袋から取り出すとすぐに消える

\*\*印: p<0.01 (Steel の検定)

野田智昭 (花・野菜技術センター)

#### 4.4 メロンの高鮮度貯蔵・輸送技術の開発

##### 背景

道産メロンは、国外でも評価が高く、重要な輸出品目としても注目されている。現在は、航空便を利用して輸出されているが、輸出量の拡大には、輸送コストの低減が必要である。一般に航空便に対して船便はコストを低減できるが、輸送時間がかかるため、輸送中の品質低下が問題とされている。一方、青果物の品質保持が可能な資材として MA フィルムが多くの品目で活用され、メロンへの対応資材も開発、販売されてきた。

本節では、メロン用 MA フィルムを活用した船便による輸出の可能性を検討するため、輸出シミュレーション試験による主要品種の貯蔵性の把握、東南アジア圏で比較的輸送日数の長い（所要日数約3週間）シンガポール向け船便輸出による実証試験を行った。

##### 4.4.1 東南アジア向け船便輸出に向けた技術開発

###### 目的

フィルム包装は多湿による腐敗のリスクを含むため、各種洗浄殺菌方法によるメロン表皮の殺菌効果を検討する。

7月、8月、9月における道産主要品種を用いた輸出シミュレーション試験により、貯蔵後の果実品質を調査し、貯蔵可能期間を把握する。

調湿剤による袋内結露の軽減効果を検討する（表4-4-1、図4-4-1）。

表4-4-1 北海道における主要なメロン品種と出荷時期

	6月		7月		8月		9月		10月	
	上	中下	上	中下	上	中下	上	中下	上	中下
ルピアレッド										
ティアラ										
レッド113U										
レッド113										

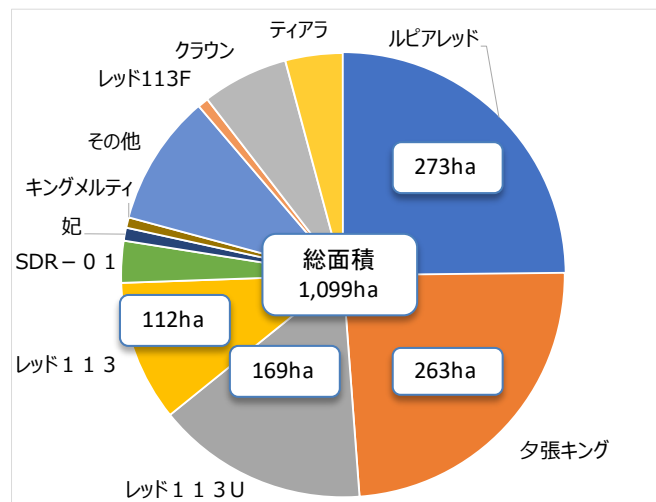


図4-4-1 北海道におけるメロンの品種構成  
出典:「平成26年度産主要野菜の品種別作付状況調査」, 北海道農政部, 平成28年

##### 試験方法

###### (1) 果実表面の洗浄殺菌方法

使用資材：電解次亜塩素酸水（以下電解水，有隔膜電解槽2室型および3室型，有効塩素濃度20ppm），次亜塩素酸ナトリウム水溶液（以下次亜水，有効塩素濃度200ppm）。

処理区：水洗＋電解水＋55℃温水洗浄（各30秒），水洗＋次亜水＋55℃温水洗浄（各30秒），水洗浄（30秒），洗浄なし。各区とも処理後に果実を一晩風乾予冷（3℃）した。

果実表面の生菌数測定：拭き取り棒で表皮を拭き取り，生理食塩水に分散後，菌液をペトリフィルム™培地にて培養，一般生菌数（中温性の細菌数）と糸状菌数を測定。

###### (2) 船便輸出に向けた主要品種の貯蔵性

供試品種および貯蔵開始日

実験1：「ルピアレッド」 平成29年7月12日

実験2：「ティアラ」 平成30年7月12日

実験3：「レッド113U」 平成28年7月29日

実験4：「レッド113U」 平成28年8月26日

実験5：「レッド113」 平成28年9月30日

処理内容

MAフィルムはカンタロープ用 Xtend™を使用した。

貯蔵温度：3℃，ただし，実験2は5℃。

貯蔵期間：2週間および3週間。

###### (3) 調湿剤による袋内結露の軽減効果

使用資材：道産天然調湿材（稚内層珪質頁岩：WS），合成調湿材（高湿度域調湿シリカゲル：ID）。

#### 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

処理区：調湿材 WS の添加量は 80g/MA 包装とし、2 種類の粒度 (2.5-8mm, 1mm 以下) を用いた。調湿材 ID (粒径 4mm) の添加量は 5, 10, 20g/MA 包装とした。調湿材はあらかじめ 120°C, 24 時間で乾燥したものを、WS では所定量、不織布に入れ、メロンのつる部分に設置した。ID では MA 包装内にそのまま投入した。

調査項目：メロン外観観察、メロン品質評価 (糖度、果肉硬度等)、MA 包装内の湿度経時変化。

#### 結果及び考察

##### (1) 果実表面の洗浄殺菌方法

メロン果実の表面殺菌に用いる資材の効果を、メロン表皮の一般生菌数により評価した結果、殺菌効果は次亜水と電解水 (3室) がほぼ同等の効果であったのに対し、電解水 (2室) は効果にばらつきが認められた。さらに、糸状菌数低減効果は、電解水と次亜水でほぼ同等の消毒効果であることがわかった (図 4-4-2, 表 4-4-2)。

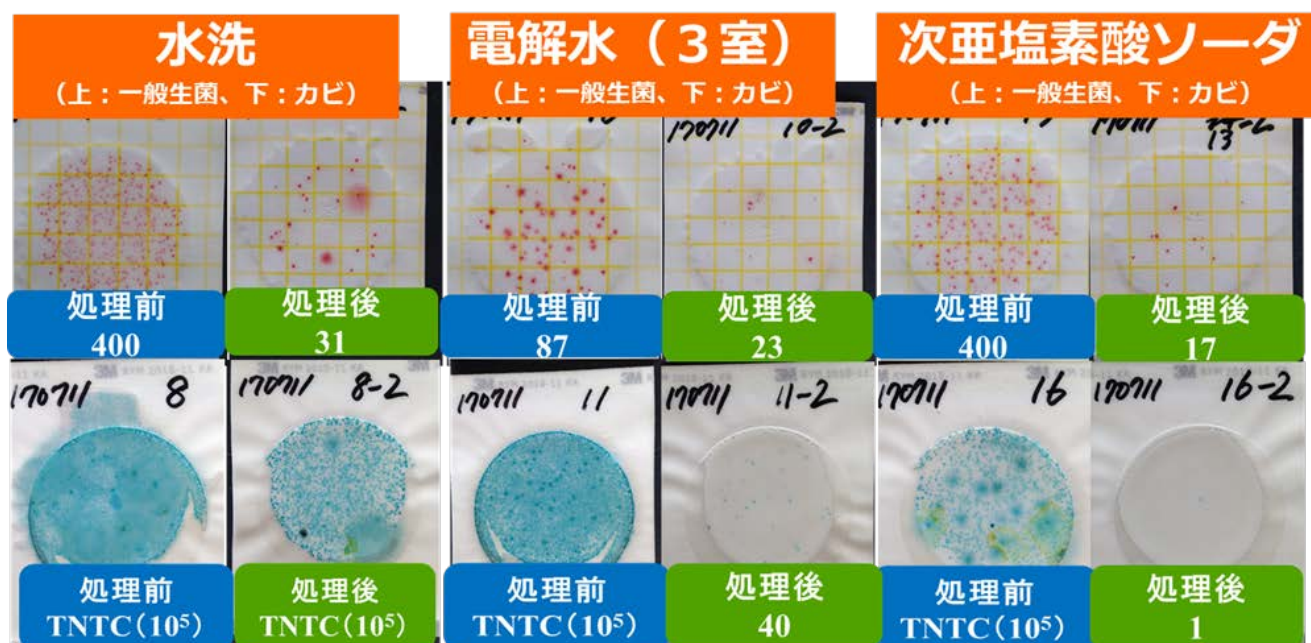


図 4-4-2 メロン果実の表面殺菌に用いた各資材の効果

※数値はペトリフィルムプレートに含まれる指示薬により着色したコロニー数  
TNTC: コロニー数が測定不能多数となったため、外観から推定し指数で表記

表 4-4-2 メロン果実の表面殺菌に用いた各資材の効果

処理条件	一般生菌	糸状菌	果実外観の異常
水洗	△	×	なし
電解水 (3室)	○	○	なし
次亜水	○	○	なし

※○: 効果あり, △: 効果がやや劣る, ×: 効果なし

電解水: 電解次亜塩素酸水 (有効塩素濃度 20 ppm)

次亜水: 次亜塩素酸ナトリウム水溶液 (有効塩素濃度 200 ppm)

(2) 船便輸出に向けた主要品種の貯蔵性

1) 実験1: 「ルピアレッド」

いずれの実験においても、貯蔵中の果皮などに糸状菌の発生はみられず、貯蔵による果実重の減少はわずかであった。2週間貯蔵後の果実硬度は、貯蔵前の果実よりも軟化し、食味は貯蔵前と同等からやや向上した。2週間貯蔵した果実に追熟処理を加

えた事によって、果肉はさらに軟化し食味の向上がみられたが、軟らかすぎる事例もみられた。3週間貯蔵後の果肉硬度は、無貯蔵で追熟させた果実の果肉硬度と同程度まで軟化した。3週間貯蔵後の果実に追熟処理を加えた事によって、果実表面に水浸症状の発生がみられた(表4-4-3)。

表4-4-3 「ルピアレッド」における貯蔵後の果実品質

包装資材	洗浄	貯蔵期間	追熟	貯蔵後重量比% (brix値)	糖度	硬さ 1軟-5硬	食味 1不良-5良	T A測定 (kgf)
-	-	貯蔵前	なし	-	14.8	2.2	3.0	2.22
-	-	貯蔵前	あり	-	14.0	1.4	3.8	1.33
MA	無	2週間	なし	99.3	14.8	1.2	3.8	1.80
MA	無	2週間	あり	99.3	13.4	1.0	2.6	1.22
無	無	2週間	なし	98.0	14.7	1.4	3.4	1.40
無	無	2週間	あり	98.0	13.9	1.0	1.6	0.89
MA	無	3週間	なし	99.1	11.2	1.8	2.2	1.47
MA	無	3週間	あり	99.0	-	-	-	-
無	無	3週間	なし	97.6	12.3	1.8	2.2	1.53
無	無	3週間	あり	96.9	-	-	-	-
MA	有り	3週間	なし	99.1	12.6	1.8	2.6	1.43
MA	有り	3週間	あり	99.1	-	-	-	-

※供試果数：各区4~5玉

2) 実験2: 「ティアラ」と「ルピアレッド」

「ティアラ」において、貯蔵中に果皮、ツルにカビの発生はみられず、貯蔵による果実重の減少はわずかであった。2週間貯蔵後の果肉硬度は、貯蔵前の果実よりも軟化し、食味は貯蔵前より向上した。2週間貯蔵した果実に追熟処理を加えた事によって、果肉はさらに軟化し食味が低下した。3週間貯蔵後の果肉硬度は、無貯蔵で追熟させた果実の果肉硬度よりも軟化しており食味も向上した。3週間貯蔵後の果実に追熟処理を加えた事によって、果実表面に水浸症状等の発生がみられ、商品性が低下し果実品質調査は実施しなかった。

「ルピアレッド」のMA包装2週間貯蔵した果実は、果肉の軟化が進み食味も良好であったが、3週間貯蔵では軟化がさらにすすみ、食味が低下した。

輸送期間が2週間程度であれば「ティアラ」は「ルピアレッド」と同程度の食味であったが、3週間では「ティアラ」の果肉は「ルピアレッド」より硬く、食味評価は高かった(表4-4-4)。

3) 実験3, 4, 5 「レッド113U」と「レッド113」

いずれの実験においても、貯蔵中に果皮などにカビの発生はみられず、貯蔵による果実重の減少はわずかであった。2週間貯蔵後の果実硬度は、貯蔵前の果実よりも軟化し、食味は貯蔵前と同等からやや向上した。2週間貯蔵した果実に追熟処理を加えた事によって、果肉はさらに軟化し食味の向上がみられたが、軟らかすぎる事例もみられた。3週間貯蔵後の果肉硬度は、無貯蔵で追熟させた果実の果肉硬度と同程度まで軟化した。3週間貯蔵後の果実に追熟処理を加えた事によって、果実表面に水浸症状の発生がみられた(表4-4-5)。

第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

表4-4 「ティアラ」における貯蔵後の果実品質

処理	1果重	糖度	食味	果肉
	対貯蔵前	(赤道部)	良否	硬度
	(%)	(%)	1不-5良	(kgf)
ティアラ				
MA包装2週間	98.9	15.8	4.8	1.25
MA包装2週間+追熟	98.9	14.2	3.9	0.79
無包装2週間	97.0	15.1	4.3	1.26
MA包装3週間	98.1	14.7	4.3	1.14
MA包装3週間+追熟	98.7	—	—	—
無包装3週間	96.0	15.0	4.3	0.89
貯蔵前		14.7	3.0	2.15
追熟		12.8	3.5	1.51
ルピアレッド				
MA包装2週間	98.7	15.4	4.8	1.46
MA包装3週間	98.4	13.6	3.3	0.95
貯蔵前		15.4	3.5	2.68
追熟		13.3	3.3	1.51

※供試果数：各区10玉

表4-5 「レッド113U」および「レッド113」における貯蔵後の果実品質

品種 収穫時期	貯蔵 期間	追熟	果重 貯蔵前 対比	Brix値 (%)	果肉 硬度 (kg)	食味 良:5 ~不良:1	備考
平成28年 レッド113U 7月下旬	0週間	無	—	18.6	2.78	3.0	
		有	—	16.9	2.00	3.0	
	2週間	無	99.28	18.1	2.59	3.0	
		有	99.25	16.6	1.39	3.8	
	3週間	無	99.06	16.4	2.08	3.0	
		有	99.01	—	—	—	追熟中水浸症状100%
レッド113U 8月下旬	0週間	無	—	15.9	3.31	2.0	
		有	—	16.5	1.69	4.0	
	2週間	無	99.10	15.8	2.65	2.8	
		有	99.02	16.9	1.41	4.0	
	3週間	無	98.97	16.6	1.82	3.0	
		有	98.85	—	—	—	追熟中水浸症状100%
レッド113 9月下旬	0週間	無	—	19.4	2.17	3.0	
		有	—	15.9	1.32	4.0	
	2週間	無	99.10	17.5	2.19	3.0	
		有	99.12	14.9	0.76	2.0	軟らかすぎ
	3週間	無	98.95	15.7	1.38	3.0	
		有	98.86	16.4	0.90	2.0	追熟中水浸症状50%

※供試果数：各区4玉

## 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

### (3) 調湿剤による袋内結露の軽減効果

試験は実験5において実施した。調湿材 WS では、調湿材を設置したMA包装内の相対湿度は調湿材なしと比べて、約5~10%低下させることが可能であり、結露防止効果に有効であることを確認した。特に調湿材の粒径2.5-8mmでは湿度低減効果が最も大きかった(図4-4-3)。

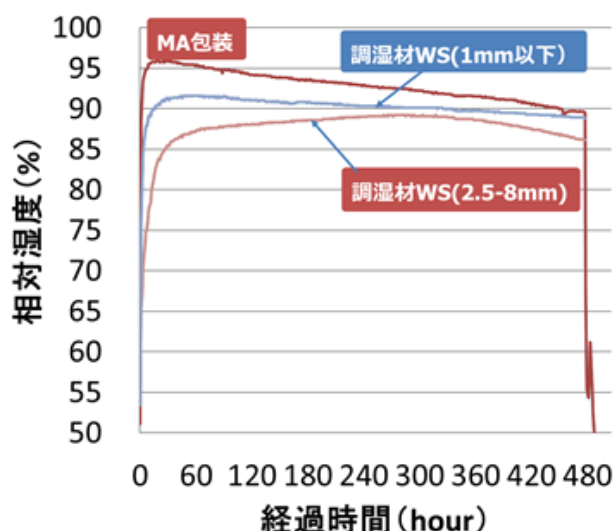


図4-4-3 MA包装内の湿度経時変化  
(調湿材 WS)

調湿材 ID では、調湿材を設置したMA包装内の相対湿度は調湿材なしと比べて、約3~5%低下させることが可能であったが、添加量による相違はほとんど認められなかった(図4-4-4)。

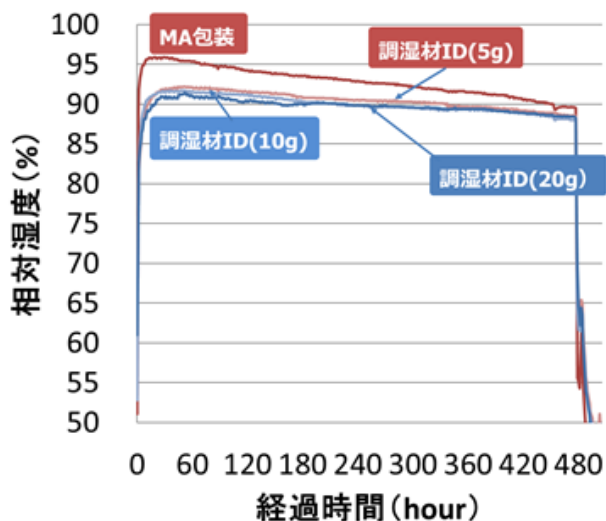


図4-4-4 MA包装内の湿度経時変化  
(調湿材 ID)

メロン外観観察では、いずれも腐敗やカビの発生は認められず、メロン品質にも問題ないことがわかった(図4-4-5)。



図4-4-5 メロンの外観および品質  
(3週間貯蔵後)



#### 4.4.2 東南アジア向け船便輸出に向けた輸出実証目的

メロン用MA包装資材を活用し、船便による輸出の可能性を検討するため、シンガポールへの船便輸出実証試験を行う（図4-4-6）。



図4-4-6 メロン輸出実証試験での荷姿

#### 試験方法

##### (1) シンガポール輸出実証試験における果実品質

平成30年8月と10月の2回実施した。MAフィルムはカンタロープ用X t e n d™を使用した。

- ・8月産メロン  
供試品種：「レッド113」（秀品4玉サイズ）
- ・輸出経過：
  - 8/10：メロン集荷場にて受け取り，帰庁後調査室内で保管。
  - 8/12：予冷（5℃）を開始。
  - 8/13：MA包装を行い，運送業者に冷蔵品として引き渡し（滝川市発）。
  - 8/15：横浜市内の倉庫に入庫（横浜市着）。
  - 8/23：横浜港出港。
  - 9/1：シンガポール着。
  - 9/3：現地着荷調査。
  - 9/4：MA包装開封。果実品質調査。

- ・10月産メロン  
供試品種：「レッド113」（秀品5玉サイズ）
- ・輸出経過：
  - 10/9：試験場に納品，予冷（5℃）開始。
  - 10/10：MA包装を行い，運送業者に冷蔵品として引き渡し（滝川市発）。
  - 10/13：横浜市内の倉庫に入庫（横浜市着）。
  - 10/18：横浜港出港。
  - 10/27：シンガポール着。
  - 10/29：現地着荷調査，MA包装開封，果実品質調査。

##### (2) 船便と航空便との輸出費用比較

パレット1枚に30箱（10kg/箱）積載した輸送を想定し，パレット当たりの輸送費を試算した。船便は横浜発リーファーコンテナ冷蔵混載便。航空便は新千歳空港発LCC貨客便（ドライアイス利用）。船便費用は実証試験での費用，航空便は近隣卸売市場が利用した際の費用を，それぞれ30ケース/パレットに見合うよう換算した。

#### 結果及び考察

##### (1) シンガポール輸出実証試験における果実品質

8月産メロンの輸出では，花・野菜技術センターから倉庫到着までに気温がやや高い時間帯はあるが，概ね10℃以下で推移。倉庫内およびコンテナ内の温度は安定していた。また，現地での配送においても，温度の上昇は納品直前のみであった。

無包装は，輸送後の果実重およびツル径が減少し，特にツルの萎れが著しい。果肉は軟らかく，食味も悪くない。

MA包装は，ツルの萎れが軽微で，果実表面にかび・腐敗の発生はない。食味も良好（図4-4-7，表4-4-6）。

10月産メロン輸出では，花・野菜技術センターから倉庫到着までに気温がやや高い時間帯はあるが，概ね10℃以下で推移。倉庫内およびコンテナ内の温度は安定していた。また，現地での配送においても，温度の上昇は納品直前のみであった。

無包装は，ツルの萎れが著しかったが，カビ等の発生はみられなかった。果肉は軟化しており，そのため食味評価は良かった。

MA包装は，ツルの萎れが軽微で，果実表面にかび・腐敗の発生はなかった。軽微な発酵果が含まれていたため食味評価がやや低くなったが，それ以外は良好であった。

#### 第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

現地の販売方法（果実全体をラップで包装し、冷蔵庫に陳列）で3日間保管したが、果実表面にカビ等の発生はなかった（図4-4-8、表4-4-7）。

#### (2) 船便と航空便との輸出費用比較

実証試験での船便費用と近隣卸売市場が実施した航空便での費用とを比較すると、1箱当たり838円船便が安かったが、国内輸送費が航空便に比べて船便で高く、輸送費全体を押し上げていた（表4-4-8）。

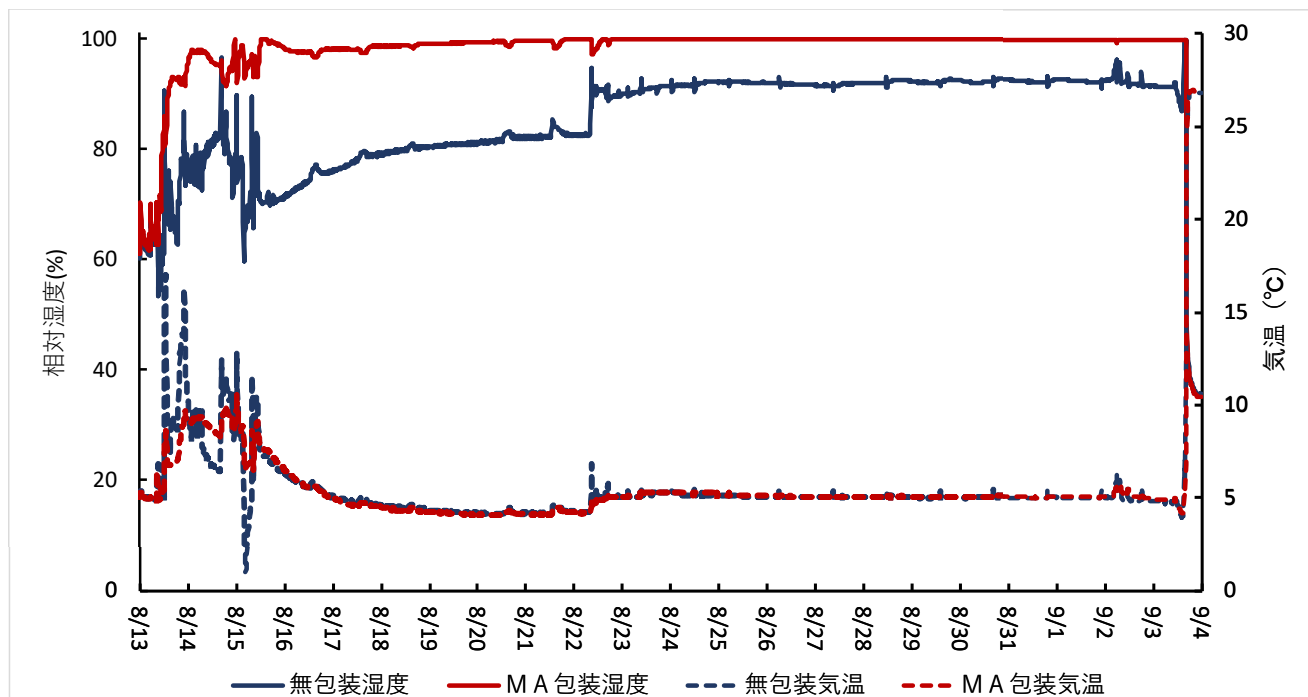


図4-4-7 北海道からシンガポール到着までのMA包装内および無包装箱内における気温、湿度の推移（平成30年8月輸出）

表4-4-6 輸送後の果実品質（平成30年8月輸出「レッド113U」）

処理	1果重	ツル径	追熟後	果実表面		ツル	糖度	果肉		発酵	食味	硬度 (kgF)
	対輸送前	対輸送前	果重	カビ・ 腐敗	カビ・ 腐敗	萎れ	(赤道部)	硬さ	繊維	程度	良否	
	(%)	(%)	(g)	0無-4甚	0無-4甚	0無-4甚	(%)	1軟-5硬	0無-4多	0無-4甚	1不-5良	
無包装	97.7	76.5	76.8	0.0	0.3	2.0	16.3	1.5	0.0	0.0	4.9	1.85
MA包装	98.8	95.5	95.5	0.0	0.0	0.8	16.7	2.0	0.0	0.0	5.0	2.25
輸送前	-	-	-	-	-	-	14.3	4.0	0.0	0.0	2.0	

※供試果数：各区8玉

第4章 MA包装技術の活用による道産青果物高鮮度流通技術の開発

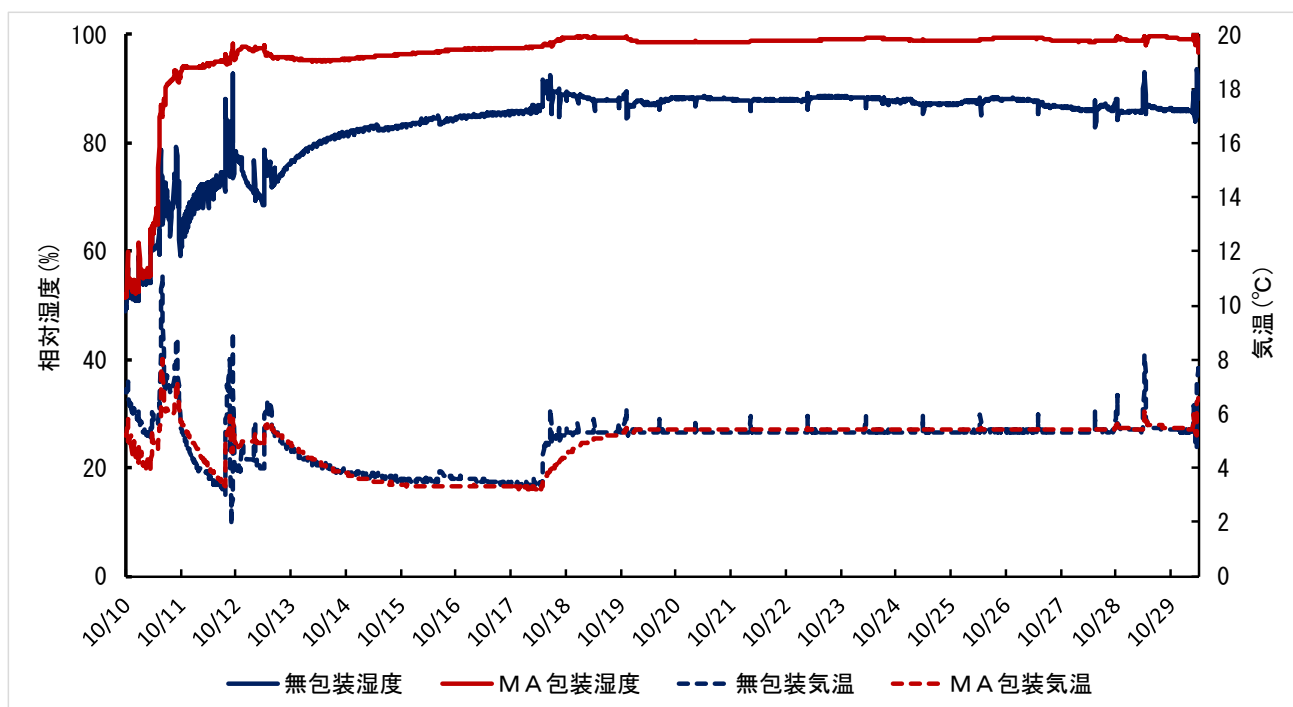


図4-4-8 北海道からシンガポール到着までのMA包装内および無包装箱内における気温、湿度の推移（平成30年10月輸出）

表4-4-7 輸送後の果実品質（平成30年10月輸出「レッド113」）

処理	1果重 対輸送前 (%)	ツル径 対輸送前 (%)	果実表面		ツル		糖度 (赤道部) (%)	果肉		発酵 程度 0無-4甚	食味 良否 1不-5良	硬度 (kgF)
			カビ・ 腐敗 0無-4甚	カビ・ 腐敗 0無-4甚	萎れ 0無-4甚	硬さ (官能) 1軟-5硬		繊維 0無-4多				
無包装	97.4	67.4	0.0	0.0	3.0	15.9	2.0	0.4	0.0	4.6	2.19	
MA包装	99.0	97.6	0.0	0.0	0.4	16.2	2.2	0.4	0.6	3.8	2.49	
販売	97.8		0.0	0.0	0.4	15.6	2.4	1.2	0.0	4.0	4.05	
輸送前						15.5	2.6	0.0	0.0	3.6	5.49	

※供試果数：各区10玉

表4-4-8 船便と航空便との輸出費用比較

輸送方法	所要日数 (日)	パレット当たりの輸送費(円)				箱当たり 輸送費 (円)	箱当たり 差額 (円)
		国内費用	国間 輸送費用	現地輸入 および 配送費用	合計		
船便	20	59,536	51,531	60,067	171,134	5,704	-838
		(35)	(30)	(35)	(100)		
航空機	3	39,986	66,300	90,000	196,286	6,543	
		(20)	(34)	(46)	(100)		

注1) 金額は消費税(8%)を含む。()内は合計に対する各費用の割合を示す。

注2) 船便輸送費の算出には、滝川市(花野菜セ)から横浜港まで陸送し、リーファーコンテナの冷蔵混載便で海上輸送した、実証試験の輸送費(H29年10月)を用いた。航空便輸送費の算出には、空知管内から新千歳空港まで陸送し、LCCの貨客便(ドライアイス冷却)にて空輸した、近隣卸売市場の輸送費(H30年2月)を用いた。但し、横浜市あるいは千歳市までの運送費は近隣卸売市場での実勢価格に合わせた。

注3) 船便の基本積載量が1パレット1.21m<sup>3</sup>(縦1.1m×横1.1m×高さ1m(パレット厚さ込み))であったことから、パレット1枚が満載になる30箱(10kg/箱)を積載して輸出する場合を想定し、注2)の費用データから1パレット30箱分の輸送費をそれぞれ算出した。

黒島 学(中央農業試験場)

野村隆文(工業試験場)

### 【本文中の用語について】

#### ●MA包装フィルム

青果物を一般的なフィルムで密封すると、その呼吸によりフィルム内は酸欠状態になり、嫌気発酵など好ましくない変化が起こる。MA包装フィルムはフィルムに開けた微孔から外気とのガス交換を行い、包装内が完全な酸欠状態に陥るのを防ぎつつ、適度な低酸素・高二酸化炭素の状態を維持し、青果物を休眠状態に置くことで鮮度保持をする。以下では「MAフィルム」と記述する。

#### ●鮮度

生鮮品では状態が収穫時に近い度合い。本稿では直接的に商品性に関係する異臭(アルコール様、漬物様、腐敗臭など)・腐敗の有無を最優先し、次に色調の変化(黄化)、あわせて変化しやすいと言われる内部成分のアスコルビン酸含量などの変化度合いを「鮮度」の指標とした。

#### ●流通

本稿では産地から市場または販売店までの輸送・保管の行程を流通と表現した。

### 【成果の留意点について】

●MAフィルムは品目・内容量に応じたものを用い、密封して使用する。

●予冷は従来同様に、収穫後速やかに行う。

※本成果は平成25年度と平成26年度の受託研究「MA包装フィルム「Xtend」によるブロッコリーおよびメロンの鮮度保持特性の評価」で得られた成果も含め、取り纏めたものである。